

ANÁLISE DE QUALIDADE DA ÁGUA DE CHUVA CAPTADA DE FORMA DIRETA, APLICAÇÕES E VIABILIDADE DE USOS NÃO POTÁVEIS PARA A CIDADE DE CATALÃO

Geovanne Caetano Gomes¹, Heber Martins de Paula²

Engenharia Civil - *Campus* Catalão (UFG/CAC)

¹ email: eng.geovanne@hotmail.com

² email: heberdepaula@hotmail.com

PALAVRAS-CHAVE: qualidade, água, CONAMA, Ministério da Saúde.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Silva *et al.* (1997), o Estado de Goiás é caracterizado por duas estações climáticas bem definidas: uma, chuvosa, que se inicia entre os meses de setembro e outubro e que vai até o mês de abril, e outra, seca, marcada por profunda deficiência hídrica.

Catalão, por se tratar de um município goiano, está dentro desse perfil. O ápice de seus níveis de precipitação se dá nos meses de dezembro e janeiro e os menores índices situam-se em junho e julho, evidenciando assim a notória distinção entre as duas estações, Figura 1.

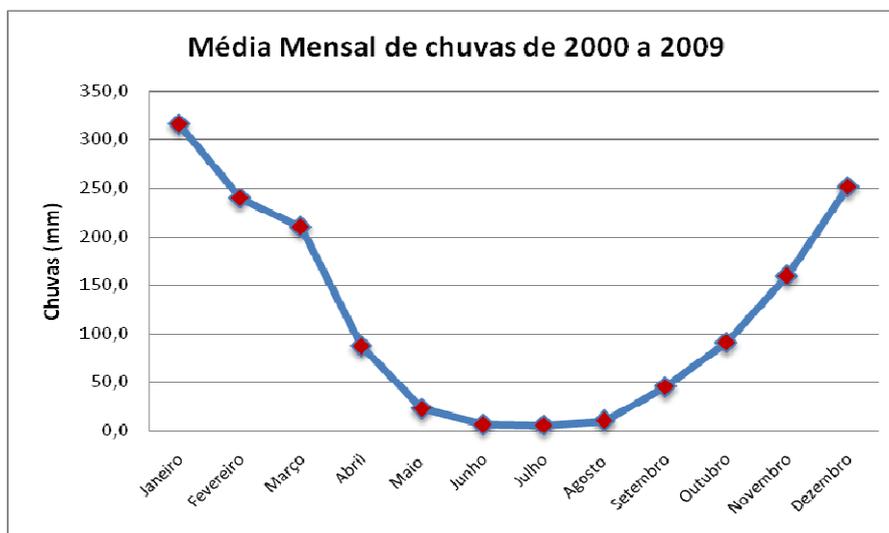


Figura 1– Média mensal de precipitações acumuladas em Catalão entre 2000 e 2009

Fonte: Adaptado de Inmet

Mediante a análise da Figura 1 e da própria conscientização quanto ao assunto, vê-se a necessidade de se propor meios que promovam a conservação da água que, segundo Deoreo *et al.* (1996), é definida como prática, tecnologias e incentivos que aperfeiçoam a eficiência

Revisado pelo Orientador

¹ Orientando: Aluno do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás

² Orientador: Prof. Assistente da Universidade Federal de Goiás

do uso da água. Tomaz (2003) enquadra esse programa em duas vertentes distintas, que são as medidas e incentivos. A primeira trata-se da parte física, isto é, tecnologias; a segunda se consolida como parte educacional.

O aproveitamento de água de chuva é considerado uma das medidas mais viáveis, tanto técnica quanto economicamente, para a promoção da conservação da água. Essa tecnologia, juntamente com os incentivos necessários, tem tomado um papel cada vez mais importante na contemporaneidade.

Para a adoção de um sistema de aproveitamento de água de chuva é necessário, primordialmente, que se conheça a qualidade da água da chuva. De acordo com May (2004), conhecendo-se a qualidade da mesma é possível adotar o tratamento adequado e saber o custo envolvido no processo.

A cidade de Catalão se mostra carente em relação a pesquisas que envolvam água de chuva. Sendo assim, esse trabalho vem de encontro a essa necessidade, abordando fatores químicos e físicos que são essenciais na determinação de sistemas de aproveitamento de água de chuva, os quais são base a todos os projetos que envolvam essa temática.

2. OBJETIVOS

Esse estudo tem como objetivo principal o aproveitamento de água pluvial captada de sem sofrer nenhum tipo de interceptação, destinada para fins não potáveis na cidade de Catalão.

Têm-se assim como objetivos específicos, baseando-se na resolução do CONAMA Nº 357, de 17 de Março de 2005, para classe 1, e da Portaria Nº 518 - Ministério da Saúde, de 25 de Março de 2004:

- ✓ estudar qualidades físicas e químicas da água de chuva a partir de uma captação sem sofrer nenhum tipo de interceptação;
- ✓ caracterizar e direcionar os tipos de usos para água pluvial;
- ✓ analisar a viabilidade de sua utilização como fonte alternativa.

3. METODOLOGIA

3.1 Montagem do Sistema de Captação de Água de Chuva

Para a coleta da água de forma direta fez-se uso de um sistema constituído por um apoio de madeira, um reservatório, mangueira, conexões e um vasilhame, Figura 2. O

funcionamento deste baseou-se no seguinte processo: a chuva precipitada sobre a área de captação do reservatório era conduzida através de uma mangueira e conexões até dois vasilhames posicionados sob o reservatório, a partir dos quais se colhia a água para a execução das análises, Figura 3.



Figura 2 – Sistema de Captação
Fonte: pesquisa dos autores



Figura 3 – Esquema de Funcionamento
Fonte: pesquisa dos autores

A relação dos materiais utilizados na construção do sistema, juntamente com seus respectivos valores, estão relacionados na Tabela 1.

Tabela 1 – Orçamento dos materiais utilizados na construção dos sistemas
Fonte: pesquisa dos autores

Materiais	Preço
3 paletes de madeira	R\$ 45,00
2 recipientes de 5 litros cada	R\$ 8,00
1 adaptador flange de 32 mm	R\$ 11,80
2 Tê de 32 mm	R\$ 3,00
3 m de mangueira	R\$ 12,00
3 m de tubo PVC de 32 mm	R\$ 11,50
1 reservatório de 500 L	R\$ 150,00
Preço Total:	R\$ 241,30

3.2 Análise da Qualidade da Água de Chuva

Este trabalho aborda alguns parâmetros que se enquadram em fatores químicos e físicos: a alcalinidade, amônia, cloretos, cloro, cor, dureza total, ferro, oxigênio consumido, pH e turbidez.

A alcalinidade é a capacidade das águas de neutralizar ácidos, (FURNAS, 2003). Libâneo (2008) define para a potabilização das águas destinadas ao consumo humano, que a alcalinidade tem função primordial no processo de coagulação, onde ocorre, por meio dela, a minimização do pH.

A amônia é uma substância química obtida a partir do processo de degeneração biológica; tem como finalidade a indicação de poluição. Essa substância é tóxica a saúde humana podendo causar queimaduras tanto nos olhos quanto na pele (FOSFERTIL, 2008).

Richter e Netto (2003) definem que a água pura é virtualmente ausente de cor. Contudo a presença de substâncias na água, sejam dissolvidas ou em suspensão, podem alterar sua cor dependendo da quantidade e de sua natureza.

Conforme Libâneo (2008) o ferro é um metal originado da dissolução de compostos de rochas e solos; ele não apresenta inconveniente sanitário, mas sim de caráter econômico, pois pode causar manchas em roupas e aparelhos sanitários e conferir sabor a água de consumo.

A quantidade de oxigênio consumido é um indicador de suas condições de poluição por matéria orgânica. Teores baixos indicam baixa poluição e teores elevados podem indicar que houve intensa atividade bacteriana decompondo matéria orgânica, ou seja, alta poluição (MOTA, 1995).

Um conjunto específico de sais, normalmente dissolvidos na água, confere-se o nome de cloretos; suas variações é indicação de provável poluição (MAY, 2004).

Segundo Richter e Netto (2003) o cloro é um produto químico originado da eletrólise da salmoura usado para desinfecção da água. Sua aplicação nesse processo é bastante eficaz, porém grandes concentrações de cloro podem causar desde irritações nas mucosas até a morte instantânea.

De acordo com Libâneo (2008), a dureza da água indica a concentração de cátions multivalentes como cálcio e magnésio. Não apresenta significado sanitário sendo seu inconveniente o fato de reduzir a formação de espuma, elevando o consumo de sabões e xampus, podendo ainda causar incrustações nas tubulações.

O pH é uma quantificação determinada pela concentração de íons de Hidrogênio (H⁺). Os valores variam de 0 a 14, sendo que valores de 0 a 7 são considerados ácidos, valores em torno de 7 são neutros e valores acima de 7 são denominados básicos ou alcalinos. O pH de uma substância pode variar de acordo com sua composição, concentração de sais, metais, ácidos, bases, substâncias orgânicas e da temperatura (PAULA, 2005).

Conforme Pádua (2002), a turbidez quantifica a concentração de partículas sólidas em suspensão, com diâmetro maior que 1,2 µm (micrometro), que provocam difusão e/ou

A partir dos dados da Tabela 2, foi feito um tratamento matemático e separado os valores máximos, mínimos e as médias das análises para cada parâmetro; posteriormente estes foram correlacionados com os valores limites para classe 1 pela resolução CONAMA N° 357, e pela Portaria nº 518 - Ministério da Saúde. Tal análise está contida na Tabela 3.

Tabela 3 – Correlação dos dados obtidos com as resoluções

Fonte: pesquisa dos autores

Parâmetros	Valores			CONAMA n. 357 Classe 1	Ministério da Saúde n. 518
	Mínimo	Máximo	Média		
Alcalinidade (mgL ⁻¹)	10,00	10,00	10,00	-	-
Amônia (mgL ⁻¹)	0,00	0,50	0,15	2,00	1,50
Cloreto (mgL ⁻¹)	10,00	30,00	10,00	250,00	250,00
Cloro (mgL ⁻¹)	0,00	0,00	0,00	-	2,00
Cor (mgL ⁻¹)	0,00	5,00	3,00	-	15,00
Dureza total (mgL ⁻¹)	10,00	10,00	10,00	-	500,00
Ferro (mgL ⁻¹)	0,25	0,50	0,25	0,30	0,30
O ₂ Consumido (mgL ⁻¹)	1,00	3,00	1,00	6,00	3,00
pH	4,50	5,00	4,65	6,00 - 9,00	6,00 – 9,50
Turbidez (NTU)	50,00	50,00	50,00	40,00	40,00

As análises foram realizadas para a água contida em dois recipientes diferentes. Usou-se desse tipo de metodologia para se fazer a comparação dos valores para cada um dos recipientes com o intuito de se verificar a discrepância dos resultados obtidos. Contudo, pela Tabela 1, é nítido que esses valores se mantiveram bem próximos, podendo-se enquadrar esses parâmetros dentro de uma mesma classe.

O CONAMA e o Ministério da Saúde não fornecem um valor limite para a alcalinidade, porém notou-se que esta se manteve constante em todas as análises, no valor de 10 mg/L, Figura 5.

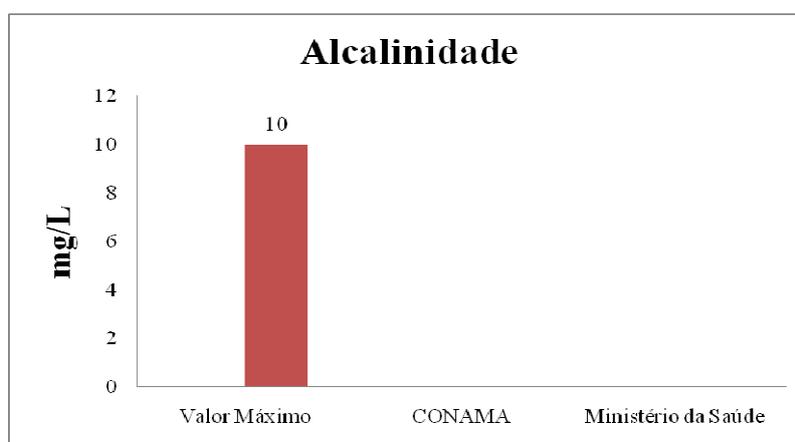


Figura 5 - Gráfico comparativo do parâmetro alcalinidade

Fonte: pesquisa dos autores

Conforme a Figura 6 pode-se perceber que o parâmetro amônia manteve-se bem abaixo dos limites estabelecidos por ambas as resoluções bases.

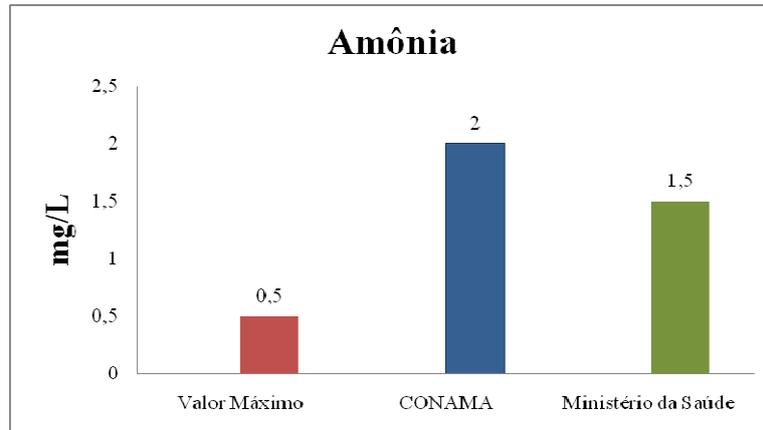


Figura 6 - Gráfico comparativo do parâmetro amônia
Fonte: pesquisa dos autores

A Figura 7 mostra que o cloreto manteve-se extremamente abaixo dos limites permitidos pelas resoluções, mostrando assim ter um excelente desempenho quanto a esse parâmetro.

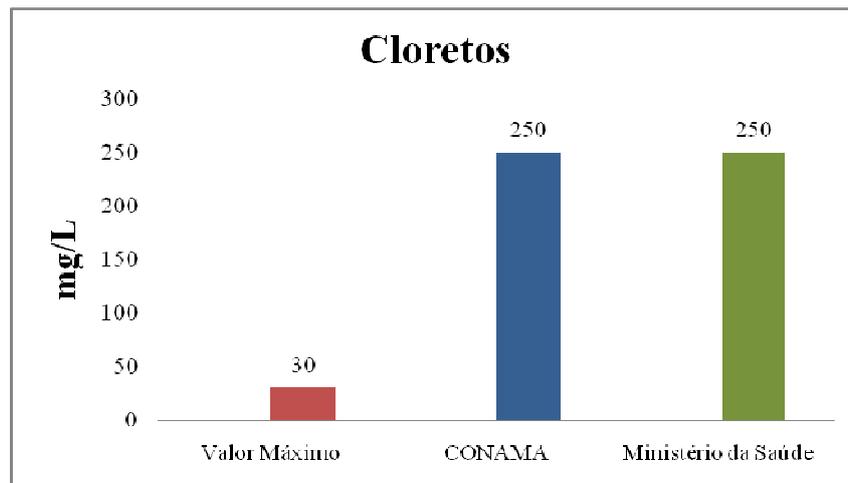


Figura 7 - Gráfico comparativo do parâmetro cloreto
Fonte: pesquisa dos autores

Através da Figura 8 é possível perceber a ausência de cloro; comportamento que já era esperado, pois a água em momento algum, desde sua precipitação, sofreu contato com essa substância.

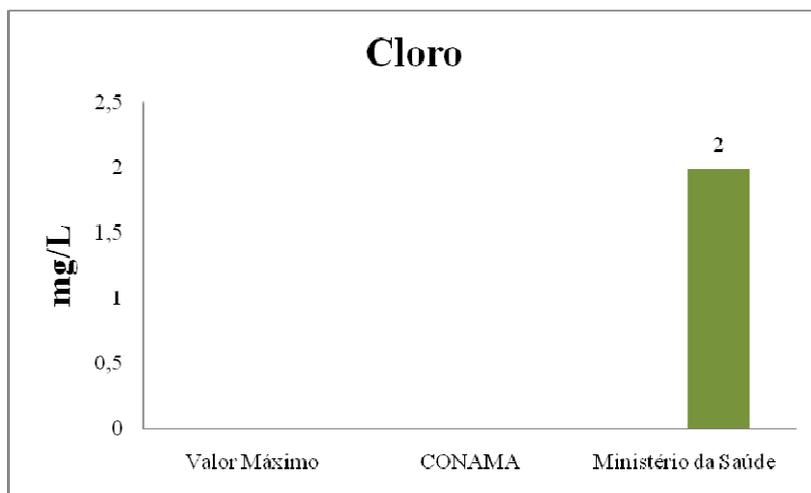


Figura 8 - Gráfico comparativo do parâmetro cloro

Fonte: pesquisa dos autores

É perceptível, pela Figura 9, que a água analisada atende satisfatoriamente a resolução do Ministério da Saúde, pois atingiu o valor máximo para cor bem inferior ao estabelecido.

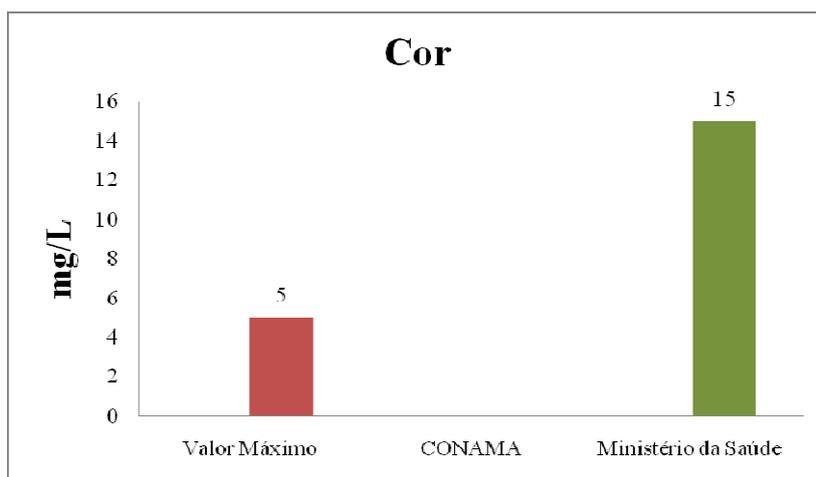


Figura 9 - Gráfico comparativo do parâmetro cor

Fonte: pesquisa dos autores

Efetuada-se uma análise da Figura 10 é evidente a elevada qualidade da água quanto à dureza total, pois manteve seu valor máximo abaixo de 10% do permitido pela resolução do Ministério da Saúde. Tal fato evidencia ainda mais a discrepância de qualidade entre os parâmetros.

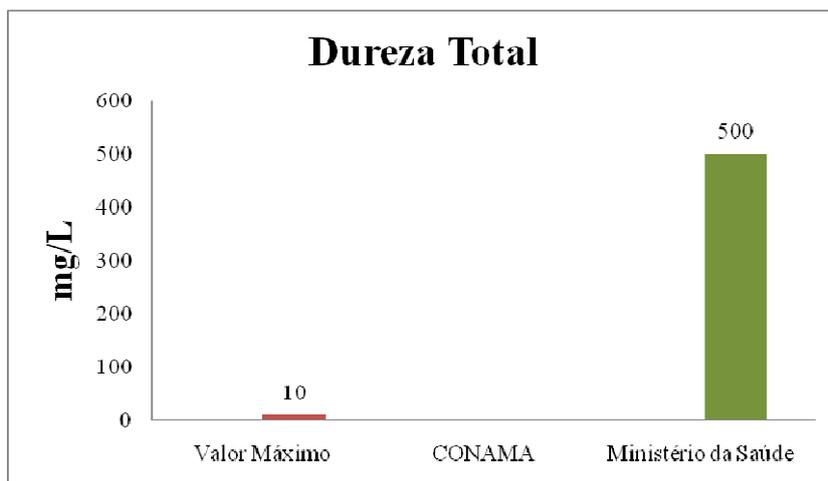


Figura 10 - Gráfico comparativo do parâmetro dureza total
 Fonte: pesquisa dos autores

De acordo com a Figura 11, pode-se visualizar que o ferro manteve seu valor máximo acima do permitido para ambas as resoluções, sendo classificado assim em classes menos nobres de acordo com o CONAMA, e sendo necessários processos mais complexos para um possível tratamento da água.

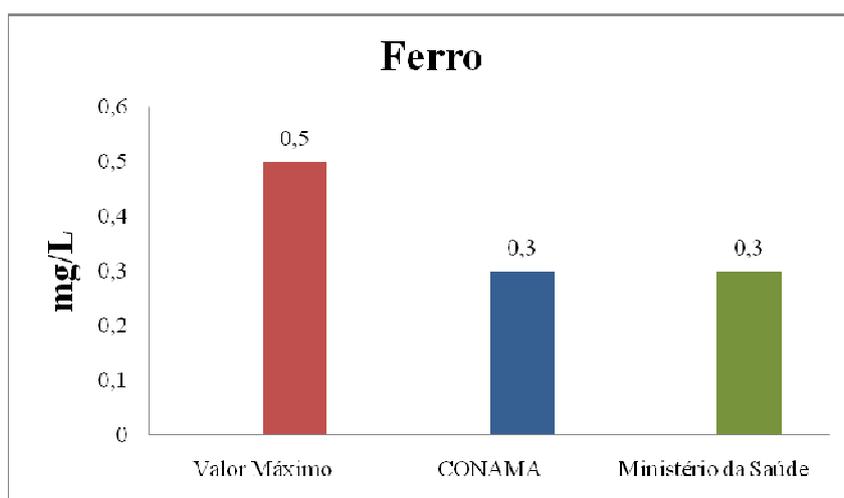


Figura 11 - Gráfico comparativo do parâmetro ferro
 Fonte: pesquisa dos autores

De acordo com a Figura 12 a água analisada chegou ao valor máximo permitido pelo Ministério da Saúde, mas manteve seu valor 50% abaixo do máximo permitido pelo CONAMA, atendendo dessa forma o mínimo exigido quanto ao parâmetro oxigênio consumido.

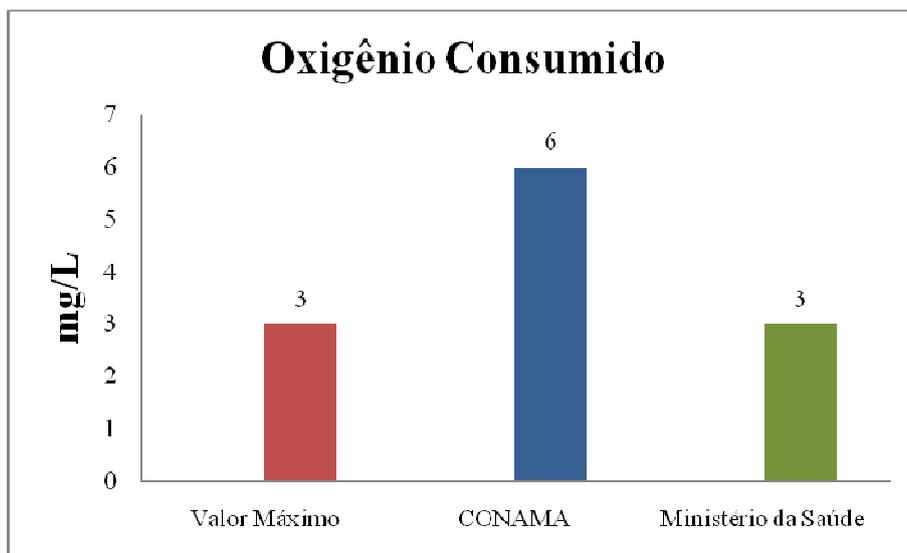


Figura 12 - Gráfico comparativo do parâmetro oxigênio consumido
 Fonte: pesquisa dos autores

De acordo com o gráfico da Figura 13, é notória a baixa qualidade da água quanto ao pH. A água captada diretamente da atmosfera, além de apresentar acidez considerável, extrapola o valor definido pelos limites das resoluções, não sendo enquadrada em nenhuma das classes apresentadas pela resolução N°357 do CONAMA e da portaria 518 do Ministério da Saúde.

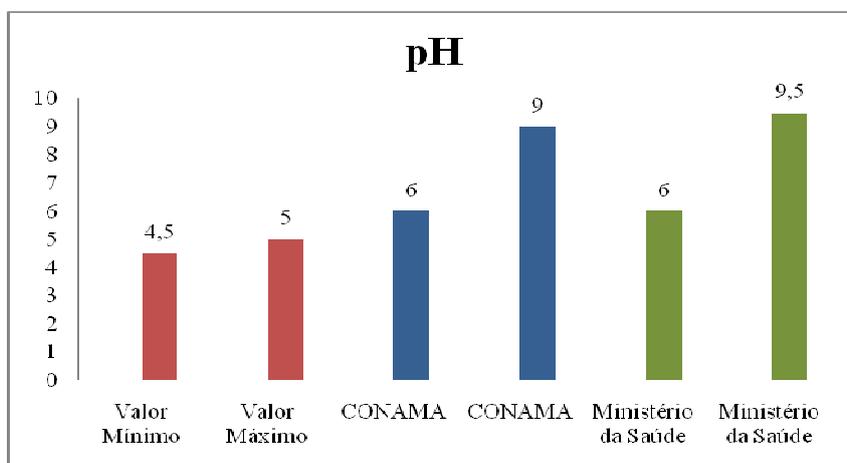


Figura 13 - Gráfico comparativo do parâmetro pH
 Fonte: pesquisa dos autores

Pode-se verificar pela ilustração da Figura 14 que a turbidez manteve-se acima dos valores permitidos pelas resoluções, mostrando assim necessidade de um possível tratamento mais complexo se comparado com a classe 1 do CONAMA.

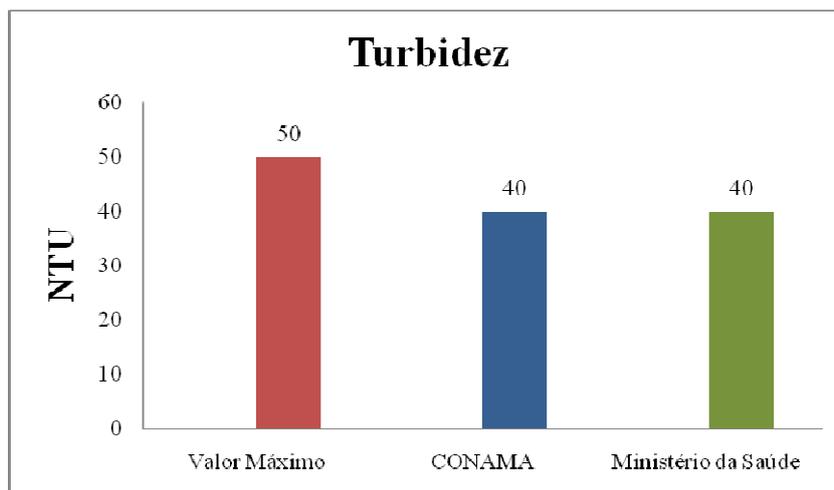


Figura 14 - Gráfico comparativo do parâmetro turbidez

Fonte: pesquisa dos autores

5. CONCLUSÕES

A resolução do CONAMA N° 357 não aborda os parâmetros alcalinidade, cor e dureza total. Dentre os parâmetros que fazem parte de sua composição, enquadram-se na classe 1: amônia, cloretos, cloro e oxigênio consumido; o parâmetro turbidez teve seus valores compatíveis com a classe 2; o parâmetro ferro se encaixa na classe 3 e o pH não é compatível com nenhuma das classes previstas nesta resolução.

Conforme a Portaria N° 518 do Ministério da Saúde, os parâmetros amônia, cloretos, cloro, cor, ferro e oxigênio consumido atendem as exigências para fins não potáveis; quanto a dureza total, pH e ferro, é necessário que se faça, a priori, processos de tratamento até se atender as concentrações permitidas; o parâmetro alcalinidade não é abordado.

É necessário que se faça, a partir dos resultados obtidos, processos de tratamento. Estes podem ser desde somente desinfecção até processos mais complexos, ou que demandem um investimento maior.

Efetuando-se os tratamentos necessários, esta água pode ser direcionada para diversos tipos de usos não potáveis, como por exemplo: descarga em bacias sanitárias, lavagem de piso, lavagem de carro, rega de jardim etc.

Quanto à viabilidade do uso da água pluvial como fonte alternativa, esta pode ser determinada a partir de três análises: financeira, técnica e conscientizacional.

Este trabalho dá os subsídios necessários para a análise técnica e financeira, pois é a partir dos dados obtidos que se verifica a melhor forma de tratamento e o melhor sistema para o aproveitamento de água pluvial. Em relação à parte conscientizacional, é necessária, primordialmente, a visão crítica de que se deve promover a conservação da água; em segundo

plano, considerando a cidade de Catalão que está em constante expansão, e que seu sistema de abastecimento de água tem se tornado insuficiente nos períodos de estiagem, assim o aproveitamento de água de chuva seria uma importante fonte alternativa.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução CONAMA nº357**. Brasil, 17 de março de 2005.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria nº518**. Brasil, 25 de março de 2004. 15p.

DEOREO, W. B.; HEANEY, J. P.; MAYER, P. W. **Flow trace analysis to assess water use**. Journal AWWA, v.88, p. 79-90, January 1996.

MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. 2004. 159 p. Dissertação (mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva**. Navegar editora, Brasil, 2003.

PÁDUA, H. B. de (2002). **Águas com dureza e alcalinidade elevada. Observações iniciais na Região de Bonito/MS**. Br - registro de dados – 2001/2 – alguns conceitos e comportamentos ambientais (parte 01). 2002, 64p.

FOSFERTIL. **Ficha de informações de segurança de produto químico fispq**. Cubatão, 2008. 1p.

SILVA, F.A.M.; ASSAD, E.D.; MATTOS, A.; LUIZ, A.J.B. (1997). **Variação Espaço-Temporal da Disponibilidade Hídrica no Estado de Goiás**. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP, São Carlos, 1997.

PAULA, H. M. de (2005). **Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva na Cidade de Goiânia: Avaliação da Qualidade da Água em Função do Tempo de Detenção no Reservatório**. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de Goiânia – EEG/UFG, Goiânia, 2005.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 2ª Ed. Campinas, SP: Editora Átomo, 2008.

RICHTER, C. A.; NETO, J.M.A. (2003). **Tratamento de água – Tecnologia atualizada**. São Paulo, SP: Editora Edgard Blucher, 2003.

MOTA, S. (1995). **Preservação e conservação de recursos hídricos**. 2ªEd. Rio de Janeiro: ABES, 1995. 200 p.

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A. **Água – determinação da alcalinidade – métodos potenciométricos e titulométricos**. Goiânia, 2003. 12p.